

## **ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСОБУ КОМПЛЕКСНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ МЕТАЛОРІЗУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ**

*У статті викладено аналіз можливості моделювання життєвого циклу металообробного інструменту як системи моделей, кожна з яких відповідає певному етапу життєвого циклу інструменту. Доведено, що моделювання процесу виконання наступних етапів життєвого циклу інструменту дозволяє значно зменшити потужність зворотних зв'язків і, відповідно, підвищити ефективність всього циклу та зменшити затрати на його реалізацію. Розглянуто особливості моделювання елементів життєвого циклу інструменту, сформовано необхідний методологічний апарат.*

*In article analysis of the possibility of modeling of the life cycle of the instrument is stated as systems of the models, each of which corresponds to the certain stage of the life cycle of the instrument. It is proved, that modeling of the process of the execution following stage life cycle of the instrument allows vastly to reduce the power of the feedbacks and, accordingly, raise efficiency of the whole cycle and reduce the expenses on its realization. The considered particularities of modeling life cycle element of the instrument and is formed necessary set of the methods.*

### **Вступ**

Моделювання функціонування штучних систем у багатьох галузях науки допомагає підвищити їх ефективність та зменшити затрати на них. Особливо це відчутно у випадку, коли моделювання охоплює всі стадії життєвого циклу систем. Оптимізація життєвого циклу металообробного інструменту в машинобудуванні є однією з таких задач.

Проте сучасні роботи в даному напрямку присвячені або систематизації моделей [1, 2], або апроксимації функціональних аспектів певних моделей до функціональних аспектів всієї системи [3, 4]. Відповідно, робота в означеному напрямку є актуальною.

З точки зору системного аналізу [5] моделювання функціонування штучних систем є найбільш ефективним тоді, коли моделювання охоплює весь її життєвий цикл. Однак у випадку із моделюванням життєвого циклу металообробного інструменту, яке є одночасно складною і комплексною задачею, системне моделювання, на думку авторів, найбільш ефективно розглядати як систему моделей. Кожна із таких моделей відповідає певному етапу життєвого циклу інструменту.

У попередніх публікаціях авторів було розглянуто класифікацію типів та методику вибору моделей [6], а також приклади й аналіз ефективності застосування ряду моделей процесів різання як елементів загальної системи для збільшення життєвого циклу металообробного інструменту [7]. Метою даної статті є аналіз життєвого циклу металообробного інструменту як композитної системи та опис моделей, які відповідають певним етапам життєвого циклу інструменту, та взаємозв'язків між ними.

### **Основна частина**

Системний аналіз вимагає для повноцінної роботи із штучною системою розгляду всього її життєвого циклу, від ідеї концептуальної формалізації до повернення ресурсів у зовнішнє середовище [5]. Відповідно до цього, повний життєвий цикл інструменту складається з наступних етапів (Рисунок 1):

*Цільова формалізація* – заходи, що стосуються постановки завдання виробництва: визначення необхідності виробництва цільової продукції; експлуатаційні, технічні, технологічні та економічні вимоги до продукції, а також призначення, особливості застосування, терміни виробництва й ін.. У наступних етапах життєвого циклу інструменту елементи цільової формалізації виступають в якості обмежень відповідного характеру.

*Геометричне моделювання* – створення засобами САПР креслення розроблюваного інструменту, що відображає остаточний зовнішній вигляд та всі геометричні параметри інструменту. Вхідною інформацією для геометричного моделювання служить зведення цільової формалізації, а вихідною – креслення (звичайно цифрове) інструменту.

*Технологічне моделювання* – розробка засобами САПР ТП технологічного процесу виготовлення інструменту (що включає, у разі необхідності, процес складання). Основною вимогою при технологічному моделюванні є можливість виготовлення інструменту, спроектованого в результаті геометричного моделювання, існуючими на підприємстві засобами та відповідність вимогам цільової формалізації. Вхідною інформацією для технологічного моделювання служить цифрове креслення інструменту, а вихідною – технологічний процес виготовлення інструменту.

*Виробничий процес* – виготовлення інструменту із заготовок у відповідності до розробленого технологічного процесу. Технологічний процес включає процес складання, якщо він передбачений на етапі

технологічного моделювання. Вхідною інформацією для виробничого процесу є технологічний процес виготовлення інструменту, а вихідною – готова продукція.

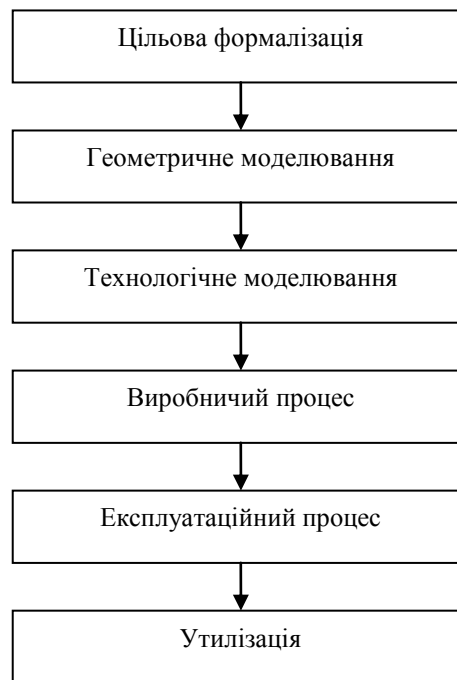


Рис. 1. Схеми життєвого циклу інструменту

*Експлуатаційний процес* – основний і цільовий етап життєвого циклу інструменту, в ході якого інструмент використовується за призначенням. На початку експлуатаційного процесу визначено інструмент як готову продукцію, а завершення експлуатаційного процесу характеризується припиненням виконання інструментом функцій, відповідних його призначенню. Припинення функціонування інструменту може мати широкий спектр причин: технічне чи моральне старіння, остаточний фізичний знос, невідомна поломка та ін..

*Утилізація* – завершальний етап життєвого циклу інструменту, що характеризується припиненням існування інструменту як виробу й як функціональної одиниці. При необхідності, процес утилізації включає процес розбирання. Вхідним матеріалом у процесі утилізації є інструмент, що підлягає утилізації, а також технологічні процеси утилізації й розбирання. Вихідним матеріалом є брухт, відходи та сировина.

Кожному з наведених етапів життєвого циклу інструменту характерні свої власні методи моделювання, призначені для оптимізації широкого спектру параметрів виробу.

Звичайно взаємозв'язки між етапами життєвого циклу інструменту є наступними:

- прямі послідовні;
- зворотні.

В рамках прямих послідовних зв'язків (Рисунок 1) на наступний етап передається інформація про результат виконання попередніх етапів і обмеження на виконання наступних.

Зворотні зв'язки виражають зворотну реакцію, що виникає при виконанні відповідного етапу, й переважно мають корективний характер.

На рисунку 2 наведено приклад можливих зворотних зв'язків, що виникають внаслідок корекційного впливу критичних ситуацій при експлуатаційному процесі. Нехай в процесі експлуатації різця виявилось, що при контакті заготовки й ріжучої кромки відбувається критичний перепад навантаження (Рисунок 3,а) на ріжучий інструмент під час врізання внаслідок виникнення лінійного контакту заготовки й ріжучої кромки [7]. Корекційний вплив при цьому буде наступним. Генеральний зворотний вплив буде спрямований на етап геометричного моделювання: при зміні профілю різця із прямого на радіальний критичний перепад навантаження на ріжучий інструмент буде усунуто (Рисунок 3,б). Однак зміна геометричних параметрів різця буде мати наслідком корекцію техпроцесу його виготовлення (вплив на технологічне моделювання), що внесе зміни у виробничий процес, аж після чого експлуатаційний процес буде оптимізовано. При цьому змінений продукт може мати відкориговану область застосування (вплив на цільову формалізацію) та дещо інший процес утилізації.

В залежності від особливостей критичних ситуацій, генеральний зворотний вплив може бути спрямований на різні етапи життєвого циклу інструменту, однак загальний вплив є звичайно глобальним в рамках всіх етапів.

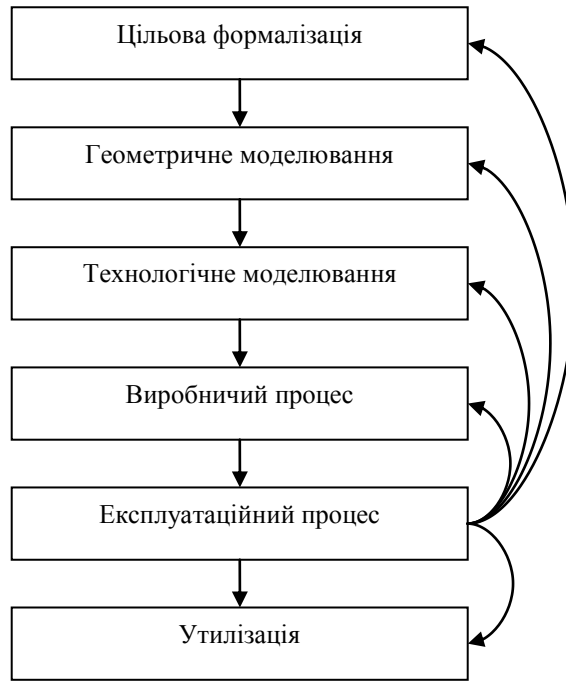
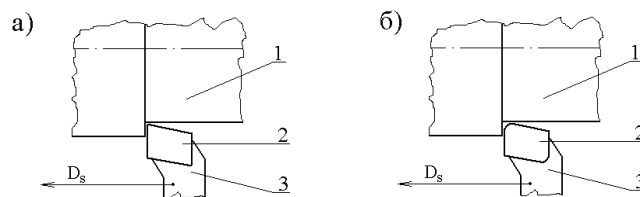


Рис. 2. Можливі зворотні зв'язки від експлуатаційного процесу

Основною рисою зворотних зв'язків є те, що вони направлені на виправлення допущених на попередніх етапах помилок. Моделювання процесу виконання наступних етапів дозволяє значно зменшити потужність зворотних зв'язків і, відповідно, підвищити ефективність всього циклу та зменшити затрати на його реалізацію. Адже встановлено, що виправлення помилки при моделюванні наступного етапу має на порядок меншу вартість, ніж виправлення помилки шляхом зворотної корекції на один крок назад.

Моделювання є дослідженням об'єктів на їхніх моделях, тобто побудова й вивчення моделей реально існуючих предметів й явищ. У розглядуваній області застосування найбільш прийнятним є моделювання аналогове – один з видів моделювання, заснований на ізоморфізмі процесів, що мають різну природу, але описуваних однаковими математичними моделями. З огляду на специфіку процесів, що мають моделюватися, оптимальним способом моделювання є емуляція, тобто імітація роботи однієї системи засобами іншої без втрати функціональних можливостей і спотворень результатів. Емуляція звичайно виконується програмними засобами, тому можна зробити висновок, що всі етапи життєвого циклу металоріжучого інструменту можуть бути змодельованими за допомогою ЕОМ.



1) заготовка; 2) ріжуча пластина; 3) різдетримач.

Рис. 3. Приклади варіантів врізання

Граф корекційного впливу модельованих етапів життєвого циклу металоріжучого інструменту є повнозв'язним, тобто зміна параметрів однієї моделі може мати вплив на стан інших моделей. Таким чином, кількість ітерацій при моделюванні життєвого циклу металоріжучого інструменту є близькою до нескінченності, й відповідно задача оптимізації життєвого циклу інструменту не має ідеального розв'язку. Замість цього пропонується застосування методу генетичних алгоритмів, який у залежності від кількості пройдених поколінь дасть можливість отримати набори параметрів відповідного рівня оптимальності для кожного з етапів.

### Висновки

Таким чином, у статті викладено аналіз можливості моделювання життєвого циклу металоріжучого інструменту як системи моделей, кожна з яких відповідає певному етапу життєвого циклу інструменту. Доведено, що моделювання процесу виконання наступних етапів життєвого циклу інструменту дозволяє значно зменшити потужність зворотних зв'язків і, відповідно, підвищити ефективність всього циклу та

зменшити затрати на його реалізацію. Розглянуто особливості моделювання елементів життєвого циклу металоріжучого інструменту, сформовано необхідний методологічний апарат.

### Література

1. Пономарев Л.Д. Диагностирование – как системный подход к управлению // Збірник наукових праць „Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем”, Випуск 13. Краматорськ – Київ – 2003. – С.126-131.
2. Силин Р.И. Человек и Вселенная. – Хмельницький: ХНУ, 2007. 133с.
3. Юрчишин І.І., Винник В.В., Винник Т.В. Застосування агрегатно-модульного принципу побудови складального обладнання // Інформатизація та нові технології. - 1995, N 3-4. - С. 33 - 34.
4. Фролов В.В. Применение принципа изоморфизма при построении структуры процесса механической обработки.// Вестник ХГПУ.– 2000.– №80 – С.65–67.
5. Старіш О.Г. Системологія. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 232с.
6. Ковальчук С.С., Мазурець О.В. Системний підхід до використання спеціалізованих баз знань як засобу комплексної структуризації простору рішень технологічних задач // Збірник наукових праць за матеріалами третьої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2009» – Хмельницький – ХНУ, 2009. – С.62–68.
7. Ковальчук С.С., Мазурець О.В., Рибак Л.П. Врахування критеріїв надійності роботи інструменту при автоматизованому проектуванні техпроцесів // Международный научно-технический сборник „Резание и инструмент в технологических системах”. Харьков НТУ «ХПИ» – 2007. – С.112–118.